

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

НОВЫЕ КНИГИ ПО ПОЛУПРОВОДНИКАМ

Козуб В. И.

Semiconductors and semimetals. V. 26. III—V Compound semiconductors and semimetals properties superionic materials / Ed. by P. K. Willarson, A. C. Beer. N. Y.: Academ. Press., 1988. 392 p.

В этом томе содержатся сведения, относящиеся к соединениям A^{III}B^V, а также полупроводниковым свойствам суперионных материалов. Освещены общие характеристики соединений A^{III}B^V (свойства объемных кристаллов, эпитаксиальный рост, влияние примесей, в частности глубоких уровней, методы характеризации и анализа, поверхностные свойства и физическая химия). Представлены некоторые конкретные оптоэлектронные и СВЧ устройства. Описаны подложки на основе сплавов GaAs—InAs для прямой имплантации. Изучены вопросы выращивания кристаллов, кристаллографическая структура, электрические и оптические эффекты. Специальный раздел посвящен глубоким уровням в соединениях A^{III}B^V, полученных методом молекулярно-пучковой эпитаксии (разбираются физика глубоких уровней, методы экспериментального исследования, конкретные глубокие уровни, ловушки в гетероструктурах). Подробно анализируются полупроводниковые свойства суперионных материалов. Дано феноменологическое описание явлений переноса в таких системах. Рассмотрены делокализованные электроны, стационарные электронно-дырочные токи и нестационарные процессы. Обсуждаются также фотохимические явления в суперионных материалах и некоторые конкретные устройства на основе этих материалов.

Band structure engineering in semiconductor microstructures / Ed. by R. A. Abram, M. Jaros. NATO ASI Series. Ser. B. Physics. V. 189. N. Y. etc.: Plenum. Press., 1989. 388 p.

Книга содержит материалы рабочего совещания по зонной инженерии в полупроводниковых микроструктурах, происходившего в 1988 г. в Италии в рамках специальной программы по низкоразмерным конденсированным системам Научного комитета НАТО. Подробно изучены характеристики зонной структуры: зонные сдвиги в окрестности гетерограниц и вопросы устойчивости. Обсуждаются возможности управления указанными зонными сдвигами (в частности, давлением), барьерами на границах раздела, полупроводниковые сверхрешетки различных типов. Освещены свойства гетероконтактов на основе соединений Hg, эффекты упорядочения в тройных полупроводниковых сплавах. Специальный раздел посвящен явлениям переноса. Описаны квантовая интерференция в полупроводниковых устройствах, резонансное туннелирование, баллистический перенос, эффекты горячих носителей в микроструктурах, а также некоторые технологические проблемы. Значительное место отведено оптическим свойствам. Рассмотрены новые оптические явления в квантовых ямах InGaAs—InP, спектроскопия структур квантовых ям GaAs—AlGaAs с высоким временным разрешением, механизм рекомбинации в квантовых ямах, экситоны в квантовых ямах. Предложены метод характеризации полупроводниковых лазеров с использованием деформации, метод фурье-анализа дырочных волновых функций в квантовых ямах. Исследованы отражение и люминесценция в одиночных квантовых ямах In_xGa_{1-x}As—GaAs при наличии деформации, различные оптические свойства сверхрешеток, влияние параллельного магнитного поля на дырочные уровни в сверхрешетках.

Иоштер А. М., Котрубенко Б. П. Полупроводниковые и полуметаллические микропровода. Кишинев: Штиинца, 1989. 114 с.

Книга посвящена вопросам изготовления, исследования и использования в приборостроении литых микропроводов (диаметром до 0,1 мкм) из полупроводников и полуметаллов. Представлены результаты исследования процессов литья микропроводов методом Улитовского. Освещены технологические особенности изготовления микропроводов, формирование геометрических параметров литых полупроводниковых микропроводов, тепловые процессы при кристаллизации жилы, а также результаты исследования механизма легирования жилы при литье микропровода. Обсуждаются кинетические эффекты в тонких нитях, электрофизические свойства полупроводниковых микропроводов (в частности, на основе Ge), определение скорости поверхностной рекомбинации. Изучены влияние радиальной неоднородности микропровода на параметры неравновесных носителей заряда, гальваномагнитно-рекомбинационный эффект в литом микропроводе, электрофизические свойства проводов из сплавов на основе InSb, а также тройные фазы системы In—Sb—Te и некоторые их физические свойства.

Кузнецов Н. В., Соловьев Г. Г. Радиационная стойкость кремния. М.: Энергоатомиздат, 1989. 160 с.

В книге обобщаются и систематизируются результаты исследований радиационной стойкости полупроводников, выполненных в нашей стране и за рубежом, на примере монокристаллического кремния. Освещены вопросы, связанные с радиационными дефектами и их влиянием на электрические характеристики кремния (природу дефектов, их свойства, связь параметров полупроводника с параметрами дефектов). Описано изменение электрических характеристик кремния при воздействии высокоэнергетических излучений в зависимости от параметров излучений, исходных параметров материала и от температуры; обсуждается метод определения свойств полупроводника при воздействии немоноэнергетического излучения. Рассмотрены образование и накопление простых радиационных дефектов, в частности влияние энергии первичного смещенного атома на количество простых дефектов и их линейную плотность. Изучены образование и накопление сложных радиационных дефектов. Анализируются точечные радиационные дефекты, области скопления дефектов, а также прогнозирование с использованием радиационного воздействия.

Материалы микроэлектронной техники Под ред. В. М. Андреева. М.: Радио и связь, 1989. 352 с.

Книга представляет собой учебное пособие для студентов вузов по специальности «конструирование и технология радиоэлектронных средств» и посвящена проблеме материаловедения. Приведены общие свойства различных материалов (состав и структура, механические, теплофизические, оптические и электрические). В специальной главе разбираются полупроводниковые материалы. Даны представления об основных параметрах и характеристиках полупроводников. Описаны собственные и примесные полупроводники, температурная зависимость электропроводности, ширина запрещенной зоны, концентрация носителей и подвижности, время жизни неосновных носителей. Особое внимание уделено кремнию как основному материалу полупроводниковой электроники; представлены также германий, полупроводниковые соединения $A^{III}B^V$, $A^{IV}B^VI$ и другие халькогениды. Кроме того, в книге рассматриваются проводниковые, магнитные, диэлектрические и сверхпроводящие материалы.

Полупроводниковые детекторы в экспериментальной физике / Под ред. Ю. К. Акимова. М. Энергоатомиздат, 1989. 300 с.

В книге, написанной рядом ведущих специалистов, изложено современное состояние разработок и исследований свойств полупроводниковых детекторов ионизирующих излучений (ППД). Представлены принципы действия ППД, основные (типа ППД) детекторы для

определения энергии частиц и координатно-чувствительные детекторы. Анализируются амплитудный спектр ППД, в том числе возникновение сигнала в ППД, амплитуда импульса при локализации носителей, влияние объемного заряда и эффектов прилипания, а также функция отклика для собирания заряда. Освещены методы спектрометрии с ППД: схема формирования спектра, факторы, определяющие разрешающую способность, регистрация рентгеновского и γ -излучения и заряженных частиц; особое внимание уделено спектрометрии тяжелых заряженных частиц. Специальный раздел посвящен детекторам на основе полупроводников с широкой запрещенной зоной (GaAs, CdTe, HgIn). Обсуждается применение ППД в физике высоких энергий и в нейтринной физике. Исследуются процессы рассеяния частиц с малой передачей импульса, когерентное взаимодействие с ядрами, процессы образования «очарованных» частиц. Описаны прохождение релятивистских частиц через тонкие слои Si, полосковые и другие координатные детекторы, кремниевые детекторы в калориметрах. Кроме того, в книге рассмотрены вопросы, связанные с малошумящей электронной аппаратурой.

Бубенников А. Н. Моделирование интегральных микротехнологий, приборов и схем. М.: Высшая школа, 1989. 320 с.

В книге изложены принципы сквозного моделирования полупроводниковых приборов. Освещены пути и перспективы развития кремниевой интегральной электроники и сквозного многоуровневого моделирования БИС, а также модели технологических процессов изготовления БИС (в том числе модели процессов ионного легирования, диффузии, термического окисления, эпитаксии, граничных процессов). Представлено программное обеспечение моделирования технологии изготовления БИС. Значительное место отведено физико-топологическим моделям полупроводниковых структур. Даны основные уравнения полупроводника; описаны ограничения физико-топологических моделей, граничные условия в численном моделировании полупроводниковых структур, а также модели эффектов сильного легирования, процессов генерации—рекомбинации, электрофизических процессов в поликремнии, процессов термогенерации и т. д. Анализируются методы и алгоритмы численного физико-топологического моделирования полупроводниковых структур и электрические модели интегральных приборов для машинного расчета БИС. Специальная глава посвящена объединенному физико-технологическому моделированию, идентификации и корреляции параметров элементов быстродействующих БИС. Обсуждены оптимизация и макро моделирование интегральных быстродействующих элементов и схем.

Материаловедение узкощелевых и слоистых полупроводников. Сб. науч. тр. Киев: Наукова думка, 1989. 140 с.

В книге освещены результаты теоретических и экспериментальных исследований слоистых кристаллов и полупроводников с узкой запрещенной зоной, полученные в последние годы. Изложены различные сведения, относящиеся к получению и обработке таких материалов (в частности, к проблеме ионтеркалирования слоистых полупроводников). Важное место занимает изучение роли дефектов: анализируются фазовые переходы I рода в системе взаимодействующих дефектов, механизм упругого взаимодействия свободных электронов с дефектами, деформация решетки кремния, обусловленная примесью In, форма линии ЯМР в полупроводниках $A^{IV}B^{VI}$, легированных магнитными примесями, особенности свойств кристаллов InSe₃, связанные с анизотропией распределения структурных дефектов. Обсуждаются свойства электронной системы, в том числе энергетический спектр носителей в слоистых кристаллах в магнитном поле, низкотемпературная электронная теплоемкость слоистого кристалла, электрофизические свойства InSe, электрон-колебательное взаимодействие на псевдороджденных электронных термах. Рассмотрены некоторые оптические и фотоэлектрические явления: особенности возникновения фотоэдс в гетероструктурах In₂O₃—Ga₂O₃—GaSe с тонким диэлектриком, отражение света от поверхности примесных полупроводников, влияние лазерного излучения на состояние примесной подсистемы CdTe.

В коллективной монографии ряда ведущих американских и западноевропейских специалистов изложены физические и технологические аспекты проблемы создания полупроводниковых тонкопленочных структур методом молекулярно-лучевой эпитаксии (МЛЭ). Даны общие сведения о МЛЭ и развитии технологии полупроводниковых сверхрешеток и структур с квантовыми ямами. Подробно описаны процессы МЛЭ, в том числе роль кинетики и структуры поверхности, применение термодинамики для анализа процесса МЛЭ, а также МЛЭ соединений $A^{III}B^V$ (свойства примесей и характерные черты процесса внедрения). Освещены выращивание полупроводников и свойства полученных материалов, в частности выращивание методом МЛЭ соединений $A^{III}B^V$, $A^{II}B^VI$, $A^{IV}B^VI$ и твердых растворов на их основе, МЛЭ кремния, а также выращивание и основные свойства гетероструктур (ГС) $A^{III}B^V-A^{II}B^VI$ и $A^{IV}-A^{III}B^V$. Представлена теория ГС (расчет зонной структуры сверхрешеток методом функции огибающей). Значительное внимание уделено электронным свойствам ГС. Анализируются рассеяние света в ГС, электронные свойства полупроводниковых ГС в магнитном поле, модулированное легирование ГС и сверхрешетки с переменным легированием. Обсуждаются приборы на основе ГС: полупроводниковые лазеры и фотоприемники, полученные методом МЛЭ, полевые транзисторы на основе ГС $Al_xGa_{1-x}As/GaAs$ с МЛЭ (принципы работы, изготовление и характеристики). Рассмотрен альтернативный процесс эпитаксии — метод газовой эпитаксии из металлоорганических соединений.

Микроэлектроника и полупроводниковые приборы. Сб. ст./Под ред. А. А. Васенкова, Ф. А. Федотова. Вып. 10. М.: Радио и связь, 1989. 192 с.

Выпуск посвящен новому направлению микроэлектроники — функциональной электронике, в которой в значительной мере используются полупроводниковые материалы. Освещены состояние, тенденции и перспективы развития микроэлектроники; сформулированы основные положения функциональной электроники. Представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований динамических и статических неоднородностей, являющихся носителями информации в функциональной микроэлектронике. Описаны функциональные фотоприемники на приборах с зарядовой связью, элементы функциональной электроники на приборах с зарядовой связью, элементы функциональной электроники на основе МДП структур, квазиодномерные органические проводники и солитонные эффекты в них. Рассмотрены возможности применения размерно-квантованных систем как сред для функциональной электроники. Обсуждаются пределы интеграции при резервировании, структурное моделирование устройств функциональной электроники, принципы построения запоминающих устройств. Кроме того, в книге обсуждаются вопросы использования магнитоэлектронных волн, пьезоэлектрических запоминающих устройств и устройств памяти на вихрях в сверхпроводниках II рода.

Дмитрук Н. Л., Литовченко В. Г., Стрижевский В. Л. Поверхностные поляритоны в полупроводниках и диэлектриках. Киев: Наукова думка, 1989. 376 с.

В книге освещены вопросы теории и эксперимента, относящиеся к спектроскопии поверхностных поляритонов (ПП) в полупроводниках и диэлектриках. Даны общие сведения о поверхностных поляритонах в изотропных и анизотропных средах (закон дисперсии, влияние диссипативных потерь, поверхностные поляритоны плазмонного типа и т. д.). Подробно представлены экспериментальные методы исследования ПП (метод нарушенного полного внутреннего отражения света, комбинационное рассеяние, термостимуляция, метод электронной спектроскопии, исследование поверхностных колебаний в малых частицах, поверхностные поляритоны на решетках, нетрадиционные методы возбуждения). Изучены нелинейные ПП p - и s -типа вблизи границы раздела изотропных фаз и в анизотропном случае. Описаны ПП в слоистых многокомпонентных средах (смешанные плазмон-фононные поляритоны в полупроводниках, граничные поляритоны плазмонного и фононного типа, ПП в твердых растворах соединений $A^{III}B^V$ и др.). Значительное место отведено спектроскопии ПП как методу ис-

следования поверхностей и границ раздела (в том числе переходных слоев, тонких пленок на поверхности активных сред, молекулярных пленок, влияние неровностей поверхности). Обсуждаются поверхностные электромагнитные волны в 2-мерных структурах. Рассмотрены ПП в сверхрешетках и влияние размерного квантования.

Абидов М. А. Статические характеристики диодных структур. М.: Радио и связь, 1989. 152 с.

В книге изучаются различные статические характеристики полупроводниковых диодов. Представлены уравнения, описывающие физические процессы в $p-n$ -переходе, температурные зависимости дифференциального и статического сопротивлений в прямом включении, обратная ветвь ВАХ. Описаны статические характеристики реального $p-n$ -перехода (в том числе температурные чувствительности тока и напряжения). Специальная глава посвящена статическим характеристикам $p-n$ -перехода при учете перегрева протекающим током; даны расчеты прямой и обратной ветвей ВАХ в соответствующих условиях. Анализируется влияние коэффициента рассеяния на ВАХ $p-n$ -перехода. Освещены методы расчета теплового пробоя $p-n$ -перехода в прямом и обратном включении, а также расчет участка ВАХ после теплового пробоя. Обсуждаются некоторые вопросы практического применения полупроводниковых диодов; отражены особенности использования диодов как датчиков температуры, давления, влажности и других параметров среды.

Оптическая ориентация / Под ред. Б. П. Захарчени и Ф. Майера. Л.: Наука, 1989. 408 с.

Книга представляет собой подробный обзор исследований по оптической ориентации (ОО) в полупроводниках, выполненных за последние 15 лет учеными Франции, СССР, США и Швейцарии. Освещены основные физические явления при ОО. Изложена теория ОО спинов электронов и ядер в полупроводниках: представлены зонная структура GaAs, ОО при межзонных переходах вблизи точки $k=0$, эффекты деформации, эффект Ханле, циркулярная поляризация люминесценции в магнитном поле при неполяризованном возбуждении, динамическая поляризация ядер, оптическое охлаждение ядерной спиновой системы и т. д. Описана спиновая релаксация носителей при ОО: зонная структура и механизмы рассеяния в прямозонных кристаллах $A^{III}BV$, механизм спиновой релаксации Элпота—Яфета, Дьяконова—Переля, Бира—Аронова—Пикуса. Приведены экспериментальные результаты по оптическому выстраиванию импульсов электронов в полупроводниках типа GaAs: спектр горячей люминесценции, поляризация горячей люминесценции, поверхностный фототок. Изучается ОО сильно связанной электронно-ядерной спиновой системы в полупроводниках. Описано применение источников поляризованных электронов, основанных на ОО в твердых телах, в том числе в GaAs. Разбираются спин-поляризованная фотоэмиссия в условиях ОО — механизм ОО, экспериментальные методы, влияние структурного беспорядка. Специальная глава посвящена ОО экситонов: рассмотрены резонансное фарадеевское вращение, горячая люминесценция, нерезонансное возбуждение экситонов, поляризация связанных экситонов. С помощью оптических методов исследовано сверхтонкое взаимодействие между электронными и ядерными спинами (обсуждаются зависимость зеемановской энергии от ядерного поля, эффект Ханле при наличии ядерного поля, оптическое детектирование ЯМР и ядерного квадрупольного резонанса). Анализируется влияние симметрии кристалла на поляризацию электронов. Описаны оптическое детектирование парамагнитного резонанса на электронах проводимости и его использование в $k-p$ -теории возмущений.

Гончаров Е. Г. Полупроводниковые фосфиды и арсениды кремния и германия. Воронеж: изд-во Воронежского университета, 1989. 208 с.

Дан систематический анализ различных характеристик соединений типа $A^{IV}BV$, обладающих полупроводниковыми свойствами, — фосфидов и арсенидов кремния и германия. Представлены описание фазовых равновесий в двойных и тройных системах, кристаллохимическое строение и природа химической связи, охарактеризованы особенности получения кристаллов соединений. Освещены электрические, оптические и физико-химические свой-

ства. Обсуждаются области гомогенности и дефекты кристаллической структуры. Специальная глава посвящена твердым растворам на основе фосфидов (арсенидов) кремния (германия), последовательно рассмотрены фазовые равновесия в системах Si—As—SiP, Ge—As—GeP.

Абдуллаев Э. А., Юлдашев Н. Х. Эффект пьезосопротивления в халькогенидах свинца и висмута. Ч. I. Ташкент: Фан, 1989. 182 с.

Представлены результаты выполненных авторами исследований деформационных явлений в узкозонных полупроводниковых халькогенидах свинца и висмута, обладающих наибольшим эффектом пьезосопротивления. Представлены общие сведения об указанных эффектах (описаны зонная структура и тензoeлектрические свойства, влияние деформации на кинетические явления и т. д.). Освещены методики измерения электрофизических и тензометрических параметров, а также структура и свойства тензоэлементов. Изложены технологии изготовления тензорезисторов из моно- и поликристаллического PbS (в том числе синтез и методика выращивания монокристаллов, приготовление поликристаллических образцов, метод термического испарения в вакууме и его физические основы, технология пленочных резисторов, получение пленок различных составов и др.). Подробно рассмотрены эффект пьезосопротивления в моно- и поликристаллическом PbS и тензометрические свойства тензорезисторов на его основе; обсуждаются влияние изменений ширины запрещенной зоны и эффективной массы под действием деформации, тензорезисторы из монокристаллического PbS p- и n-типа, температурные зависимости тензометрических характеристик и т. д.

Пожела Ю. Физика быстродействующих транзисторов. Вильнюс: Мокслас, 1989. 264 с.

В книге излагаются физические принципы работы транзисторов для диапазона частот выше 10 ГГц и с временами переключения менее 100 пс. Представлены основные параметры быстродействия для биполярных (БТ) и полевых (ПТ) транзисторов (время пролета, время задержки, максимальная частота генерации). Освещены технологические и физические ограничения миниатюризации транзисторов (возможности литографии, роль флуктуаций концентрации примесей и т. д.), а также вопросы о вертикальном размере, об использовании слоистых и гетероструктур. Проанализированы проблемы максимальной дрейфовой скорости в полупроводниках (в том числе всплеск дрейфовой скорости в коротких структурах и баллистический режим). Описаны гомоструктурные БТ и ПТ (ПТ на основе GaAs, InP, тонкопленочные полевые транзисторы на аморфном и поликристаллическом кремнии и других материалах). Даны сведения о гетероструктурных ПТ и БТ, в частности о свойствах гетероперехода, о селективном легировании и 2-мерном электронном газе, о нормальных и обратных структурах, а также о конкретной реализации ПТ на основе гетеропереходов. Разбираются гетеромиттер, база и коллектор, а также гетероструктурные БТ на основе различных материалов. Обсуждаются транзисторы на горячих электродах (транзисторы с баллистической инжекцией, с планарно-легированным барьером, с переносом заряда в пространстве), аналоговые транзисторы (со статической структурой, с проникающей и металлической базой), а также транзисторы на квантовых эффектах (транзисторы с резонансным туннелированием, с параллельными квантовыми ямами — каналами, транзисторы с квантовой интерференцией на электростатическом эффекте Аронова—Бома). Рассмотрены приборы и интегральные схемы с наивысшим быстродействием (ИС СВЧ диапазона, цифровые ИС, ветранзисторные пути создания сверхбыстродействующих устройств).

Квантовый эффект Холла / Под ред. Р. Преиджа и С. Гирвина. Пер. с англ. М.: Мир, 1989. 408 с.

В книге, написанной коллективом ведущих специалистов из США, Англии и ФРГ, освещены важнейшие результаты теоретических и экспериментальных исследований квантового эффекта Холла (КЭХ), наблюдаемого в полупроводниковых структурах различного типа. Первая часть книги посвящена целочисленному КЭХ. Даны важнейшие исходные сведения (об обычном эффекте Холла, о влиянии примесей, о калибровочных соотношениях, инверсионных слоях и т. д.). Описаны экспериментальные аспекты и отношение к метрологии

первых экспериментов, методы прецизионных измерений, абсолютный эталон сопротивления, форма и ширина холловских ступенек, термомагнитный перенос, магнитоемкость и др. В специальной главе изучается влияние дефектов и беспорядка: анализируются различные виды потенциала рассеяния, континуальная перколяционная модель, численные расчеты. Представлены топологические соображения (автор — Дж. Таулесс), а также теоретико-полевой подход к проблеме, включающий скейлинг и методы теории локализации. Во второй части книги разбирается дробный КЭХ. Приведены данные экспериментальных исследований (в том числе условия наблюдения, принципы выбора полупроводников, программа будущих исследований). Дана элементарная теория, исходящая из представлений о несжимаемой квантовой жидкости (автор — Р. Б. Лафлин). Изучаются квантованное движение небольшого числа электронов, вариационное основное состояние, квазичастицы с дробным зарядом. Обсуждаются иерархия дробных состояний и численные методы (в частности, главное несжимаемое состояние, квазичастичные и квазидырочные возбуждения, иерархия квазичастично-квазидырочных жидкостей, парная корреляция и структурные факторы). Рассмотрены коллективные возбуждения различного типа (волны плотности, магнитофононы и магнитопотоны, вихри, квазиэкситоны и др.). В заключение сформулированы общие итоги, а также улучшения и нерешенные вопросы.

Noise in physical systems (including $1/f$ -noise, biological systems and membranes). 10th International Conference, August 21—25, 1989, Budapest, Hungary / Ed by A. Ambrozy. Budapest: Akademiai kiado, 1990. 690 p.

Книга содержит материалы 10-й Международной конференции по шумам в физических системах (включая $1/f$ -шум, шумы в биологических системах и мембранах). При этом значительное место отведено шумам в полупроводниках. Подробно исследованы шумы в неравновесной электронной системе, в том числе флуктуации и контролируемое столкновениями рассеяние света в неравновесной электронно-дырочной плазме, нарушение соотношений Прайса в греющих полях, шумы горячих электронов в тонких пленках GaAs. Анализируются шумы в некоторых конкретных материалах — туннельный шум в полупроводнике p -типа, генерационно-рекомбинационный шум в p -Si, вклад легких дырок в низкотемпературный шум в p -Ge. Изучены некоторые проявления квантовых эффектов — мезоскопические флуктуации контактанса в неупорядоченных материалах, флуктуации в условиях квантового эффекта Холла, электрические и оптические шумы в лазерах на основе гетероструктур. Специальные разделы посвящены шуму $1/f$. Освещены некоторые новые теоретические идеи, относящиеся к данной проблеме, в частности, связывающие $1/f$ -шум со структурным беспорядком. Сообщается о наблюдении $1/f$ -шума в экспериментах по бриллюэновскому рассеянию света, о наблюдении поверхностного $1/f$ -шума, об $1/f$ -шуме в конкретных материалах и структурах (в n - $Gd_xHg_{1-x}Te$, в субмикронных нитях GaAs и InP и т. д.). Значительное место отведено шумам в различных приборах и устройствах (диодах, биполярных и полевых транзисторах). Изложены результаты, относящиеся к флуктуационной спектроскопии полупроводников (в том числе к спектроскопии горячих электронов, глубоких ловушек, поверхностных состояний, имплантированных слоев различных типов). Обсуждаются некоторые технические аспекты (измерение шумов в силовых приборах, генерационно-рекомбинационный шум в МОП структурах, низкочастотные шумы, связанные с током затвора, и многие другие). Рассмотрены проявления $1/f$ -шума в конкретных приборах (в частности, в длинных диодах на основе Si, в диодах Шоттки, в МОП структурах различного типа, в транзисторах с высокой подвижностью и др.). Кроме того, в книге содержатся материалы, относящиеся к методам измерения, к общей теории хаоса и к шумам в биологических системах и мембранах.

Phonons 89. Proceedings of Third International Conference on phonon physics and the Sixth International Conference on phonon scattering in condensed matter. V. 1. 2 / Ed. by S. Hunklinger, W. Ludwig, A. Weiss. Singapore etc.: World Scientific, 1990. 1474 p.

Данное двухтомное издание содержит материалы 3-й Международной конференции по физике фононов и 6-й Международной конференции по рассеянию фононов в конденсированных средах. Первый том включает в себя информацию о теоретических и экспериментальных исследованиях дисперсии фононов в различных средах (в том числе и в полупроводниках), о фононах в высокотемпературных сверхпроводниках, о взаимодействии фононов с низкоэнер-

гетическими возбуждениями в стеклах, о возбуждениях во фрактальных структурах. С точки зрения физики полупроводников наибольший интерес представляет, однако, второй том. Приведены данные, относящиеся к распространению фононов в сверхрешетках и структурах с квантовыми ямами. Изучены влияние локализации носителей на электрон-фононное рассеяние, а также локализация оптических мод, влияние беспорядка на фононные спектры сверхтонких полупроводниковых сверхрешеток, фононные спектры различных сверхрешеток (в частности, щели в указанных спектрах). Особое внимание уделено экспериментам по рамановскому рассеянию с участием различных фононных мод (акустических, оптических и поверхностных мод). Обсуждаются различные аспекты, связанные с электрон-фононным взаимодействием, в частности фононораспространение, контролируемая мелкими уровнями, рассеяние фононов ян-теллеровскими ионами в соединениях $A^{III}B^V$, акустические свойства неупорядоченных электронных систем, ультразвуковые исследования магнитного вымораживания в InSb , междолинное рассеяние в GaAs и т. д. Освещены явления, связанные с поверхностными фононами (в том числе на поверхности Si , на поверхности раздела AlAs/GaAs и др.). Специальный раздел посвящен фононам в низкоразмерных системах, в том числе взаимодействию фононов с разогретым двумерным электронным газом в гетероконтактах на основе GaAs и в инверсионных слоях на основе Si как в отсутствие, так и при наличии магнитного поля. Рассмотрены некоторые нелинейные явления, а также взаимодействия фононов с дефектами. Значительное место отведено проблеме неравновесных фононов. Исследованы фононная динамика в сильно неравновесных системах и различные проявления «горячего пятна», возможности использования люминесценции для детектирования неравновесных фононов в Si , спектр фононов, генерируемых «тепловым генератором», и использование фононной спектроскопии для определения качества границы металл—полупроводник и т. д. Кроме того, представлены материалы по фононной фокусировке, по некоторым транспортным явлениям; рассмотрены новые экспериментальные методы и использование фононных методов для регистрации частиц.

Cohen M. L., Chelikowsky J. R. *Electronic structure and optical properties of semiconductors*. Berlin: Springer Verlag, 1988. 264 p.

В книге дан обзор важнейших вопросов, относящихся к электронной структуре и оптическим свойствам полупроводников. Представлены основные теоретические концепции и методы (одноэлектронное приближение, метод псевдопотенциала, функции отклика и плотность состояний), а также низкоэнергетические проявления зонной структуры (экзитонные эффекты вблизи края зоны, циклотронный резонанс, эффекты легирования). Последовательно освещены методы изучения оптических и электронных спектров — модуляционная спектроскопия, изучение спектров отражения, фотоэмиссионных спектров, спектроскопия энергетических потерь электронов. Обсуждаются высокоэнергетические методы изучения кристаллической структуры и распределения заряда с использованием рентгеновских лучей. Приведены данные по электронной структуре алмазоподобных полупроводников, материалов со структурой цинковой обманки, со структурой вюрцита и халькопирита, а также материалов $A^{IV}B^{VI}$. Разбираются модели трехатомных материалов, слоистых и квазиодномерных структур, а также аморфных материалов. Представлена обширная библиография (~1000 ссылок) по электронным, структурным, оптическим свойствам, в том числе по свойствам конкретных материалов.

Razeghi M. *The MOCVD Challenge V. 1. A survey of GaInAsP—InP for photonic and electronic applications*. Bristol and Philadelphia: IOP Publishing Ltd, 1989. 328 p.

В книге освещено использование металлоорганического химического осаждения из газовой фазы для создания многослойных систем и микроструктур из полупроводниковых соединений $A^{III}B^V$, применяемых в электронных и электрооптических устройствах. Даны общие сведения о технологии роста. Последовательно продемонстрировано применение данной технологии к системам на основе InP , $\text{Ga}_x\text{In}_{1-x}\text{As}$ и $\text{Ga}_x\text{In}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$; особое внимание уделено проблемам легирования и характеристики. Детально разбирается случай напряженных гетероструктур на основе $A^{III}B^V$, в частности рассмотрено выращивание структур квантовых ям GaInAs—InP на подложке $\text{GdGa}_3\text{O}_{12}$. Обсуждаются возможности создания и применения структур на основе $A^{III}B^V$ на кремниевых подложках.

В книге обобщаются существующие данные электрических измерений для материалов на основе GaAs и детально описана экспериментальная техника, используемая для получения этих данных. Освещена методика измерения эффекта Холла и магнитосопротивления: представлены практические соображения, данные о проводимости и коэффициенте Холла, теория рассеяния и подвижности, статистическая физика полупроводников и вопрос о концентрации электронов. Изложены сведения о магнитосопротивлении в структурах без затвора (в том числе конфигурация измерения, контактное сопротивление и измерения в диодах Ганна). Описаны измерения емкости и магнитосопротивления в структурах с затвором (в полевых транзисторах), в частности емкостные измерения для определения профиля концентрации и профиля подвижности, определение профиля подвижности на основе измерений магнитосопротивления, ток затвора и паразитные эффекты. Специальная глава посвящена влиянию глубоких ловушек на емкостные эффекты и нестационарную проводимость; обсуждаются нестационарная спектроскопия глубоких уровней, нестационарная спектроскопия фототока и нестационарная спектроскопия эффекта Холла.
